

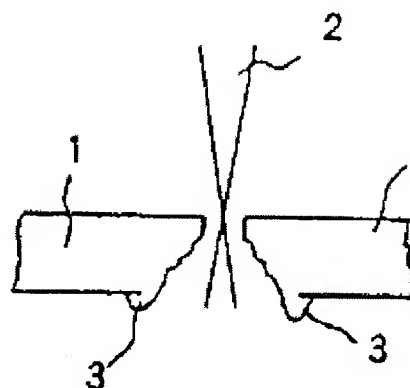
METHOD FOR CUTTING ALLOY STEEL BY LASER BEAM

Patent number: JP63174793
Publication date: 1988-07-19
Inventor: OKADA AKIYUKI; others: 01
Applicant: DAIHEN CORP
Classification:
- **International:** B23K26/00; B23K26/14
- **European:**
Application number: JP19870006863 19870114
Priority number(s):

Abstract of JP63174793

PURPOSE: To improve the squareness and to prevent the dross from sticking by cutting a material to be cut while cooling directly by flowing liquefied gas and enabling cutting a thick plate at high speed by a continuous laser beam and moreover, preventing a cutting plane from roughing.

CONSTITUTION: The direct cooling by a liquid is optimum as a cooling method and especially, the utilization of the gasification latent heat is most effective as this method. In short, the liquefied gas like a liquid N₂, for instance, which is gasified at the normal temperature and does not produce a harmful product at the time of coming into contact with the material to be cut with the high temperature is most effective for this purpose. Further, in order to improve a cooling effect, the liquefied gas is directly brought into contact with the material to be cut and besides, the liquid and gasified gas which are brought into contact with the material to be cut are made in a flowing state so as not to stagnate there. Furthermore, when the laser beam irradiates on the material 1 to be cut, a cut groove is formed in a tapered shape and the dross 3 is stuck for it, so it is more effective to carry out the cooling from the rear.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-174793

⑤Int.Cl.⁴B 23 K 26/00
26/14

識別記号

3 2 0

庁内整理番号

A-7920-4E
Z-7920-4E

⑬公開 昭和63年(1988)7月19日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭発明の名称 レーザービームによる合金鋼の切断方法

⑯特 願 昭62-6863

⑰出 願 昭62(1987)1月14日

⑱発明者 岡田 明之 大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号 株式会社ダイヘン内

⑲発明者 西村 新七 大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号 株式会社ダイヘン内

⑳出願人 株式会社ダイヘン 大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号


㉑代理人 弁理士 中井 宏


明 細 書


1. 発明の名称

レーザービームによる合金鋼の切断方法

2. 特許請求の範囲

1. レーザービームを用いて合金鋼を切断する方法において、被切断材を流動する液化ガスにて直接冷却しながら切断する  鋼の切断方法。

2. 前記液化ガスとして液体チツ素を用いる特許請求の範囲第1項に記載の  鋼の切断方法。

3. 前記液化ガスを被切断材の裏面に接触させる特許請求の範囲第1項または第2項のいずれかに記載の  鋼の切断方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、レーザービームを用いて合金鋼、特にクロム鋼、ステンレス鋼などのクロム含有鋼を切断する方法に関するものである。

〔従来の技術〕

レーザービームによつて鋼を切断する方法としては、一般にレーザービーム照射軸を中心軸とするノズルを設け、このノズルからアシストガスとして切断用の酸素を高速で噴出させて、レーザービームの照射による加熱と酸素による酸化反応熱とによつて熔融するとともに高速の酸素流によつて熔融金属を除去することによつて切断を行う方法がとられている。

合金鋼の切断においても尚様に酸素の助けが必要であり、アシストガスとして酸素のかわりにアルゴンやヘリウムなどの不活性ガスを用いると、切断能力が数分の1に低下しかつ切断面の平滑度も良好なものが得られない。したがつて合金鋼の切断にも酸素の利用が必須となる。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかるに合金鋼、特に合金成分としてクロムを含む鋼を酸素をアシストガスとして用いて切断するとつぎのような重大な欠点を生ずる。

(1) 切断溝がレーザービーム照射側の反対側が広くテーパ状に広がり、直角に切断できない。

(2) ドロスの附着が多くかつ強固であるので、ドロスの後始末に多大の手間がかかる。

(3) 切断面の平滑度が悪く、特に小径の円等のように切断線の密度が高くなるものにおいては切断開始後数10mmはやや良好な切断面が得られるもののその後は激しく燃焼するような状態となり凹凸が激しくなつて正常な切断面が得られなくなる。

上記の問題は、被切断材の板厚が大となるほど顕著となる。第2図は、本発明者が従来の方法によつて代表的なクロム含有鋼であるステンレス鋼(Sus304材)の切断を行った実験結果を示す線図であり、縦軸は切断可能な速度を示し、横軸は被切断材の板厚を示している。同図中曲線(1)は直線状に切断した場合を示しており、この場合は切断線の単位面積当りの密度が小さいために連続したレーザービームでも図示の速度で切断できる。これに対し曲線(2)は直径50mmの円形の切り抜きをビーム出力1kwで行つたときの切断可能速度と板厚との関係を示している。このような円形切

断や一枚の板から多数個を連続して切断する場合のように切断線の密度が大となるとさらに著しくなり、ほとんど実用にならないものとなる。

上記の現象が生じる原因は明確ではないが、合金鋼に含有される成分のうち特にクロムの影響が考えられる。クロムがアシストガスとして用いられる酸素と反応したときに生ずる溶融したクロム酸化物は粘度が高く流動性に欠けることから切断面に滞留し、この滞留したクロム酸化物からの熱伝導によつて切断面の隣接部を溶融することが考えられる。このことは上記の現象が一般鋼では発生しないこと、および切断線の単位面積当りの密度が高くなる小径の円や短形、複雑な形状の切り抜きを行う場合などに上記現象が強く出現すること、またアシストガスとしての酸素の量を少なくすると軽減されることなどからも推定される。

そこで本発明者はアシストガスの酸素を少なくする方法、照射するレーザービームをパルス状としてそのデューティ比を小にすることによつて切断線の単位長さ当りの入熱量を低減させる方法を試

断の場合には、単位面積当りの切断線の密度が直線切断の場合よりも大となるので、連続したレーザービームで切断すると切断面が極端に荒れて1/3~1/2周以後は平滑な切断面が得られなくなる。そこで実験においてはデューティ比35%、100Hz、ピーク値1kwのパルス状ビームとして平均ビーム出力を低減して切断した。なおいずれにおいてもアシストガスは酸素を使用し圧力3kg/cm²としてノズルから噴出させて切断した。

さらに図中に破線で示したように直線切断、円形切断のいずれにおいても板厚が5mmを超えると切断溝がテーパ状となつて直角度が悪くなり裏面側が広くなる。さらに付着するドロスも切断溝の直角度が広くなるにしたがつて増加するとともに強固となつて、グラインダ仕上げが必要となる。第3図はこのような状況を示した断面図であり、図中1, 1は被切断材、2はレーザービーム、3は附着したドロスである。図に示すようにテーパ状となつた分だけドロスの附着量が増加する。

上記のような傾向は、円形以外の複雑な形状の

みたところ、切断部の品質は改善することができたが、いずれも切断速度が極端に遅くなり、実用的でないことが判つた。またレーザービームの出力を大きくしてアシストガスの量を減らせば改善されるが、効率が極端に悪化し実用的でない。

【問題点を解決するための手段】

本発明者は、上記考察と実験結果とに基づき、切断時に被切断物を強力に冷却すれば問題点が解決できることに想到し、冷却方法について徹々実験、考察を行つた。その結果をつぎに示す。

(1) 冷却方法に要求される条件としては

(1) 冷却効率が低いこと

(2) 急速冷却が可能なこと

が考えられるが、これらに適するものとしては、液体による直接冷却が最適であり、特に液体の気化潜熱を利用することが最も有効と考えられる。したがつて利用し得る液体としては、水の他に、液化炭酸ガス、液体酸素、液体水素、液体窒素、液体アルゴン、液体ヘリウム等の液化ガスが考えられる。

- (2) 冷却材料に要求される条件としては
- (i) レーザービームの通路に侵入しても吸収、減衰を生じないこと。
- (ii) レーザービーム照射のための光学系や他の機構部に悪影響を与えないこと。
- (iii) 被加工物に悪影響を与えないこと。
- (iv) 安全上問題のないこと。
- (v) 入手が容易で取扱いが簡単なこと。
- (vi) 安価であること。

が考えられる。

先の液体のうち、炭酸ガスはレーザービームの吸収がチツ素の5倍程度あり若干の効率低下を招く。水は高温の被切断物に接触したときに水蒸気となつて気化し、この水蒸気が光学系、特に集光用レンズに結露して高価な光学系を損傷する。さらに水はすべてが気化せず大部分は流下して被切断物載置テーブルやその駆動部等の機構部を腐蝕する。酸素はアシストガスの影響を助長する傾向にあるが冷却効果がこれをカバーできる範囲でなら利用できる。水素は火災の危険性のみならずア

シストガスの影響を助長する傾向にあるが冷却効果がこれをカバーできる範囲でなら利用できる。水素は火災の危険性のみならずア

〔実施例〕

本発明の効果を確かめるために、板厚6mmのステンレス鋼(sus304材)を従来方法と本発明の方法とによつて切断したときの結果を表1に示す。なお実験においては、本発明の方法においてのみ液体チツ素をレーザービームの照射位置を中心に同心円状にビーム照射側から0.1ℓ/min程度滴下した。

表 1

	従来方法(1)	従来方法(2)	本発明の方法
材 質	sus304	sus304	sus304
板 厚	6mm	6mm	6mm
切断速度	600mm/min	50mm/min	600mm/min
切断線	直径50mmの円	直径50mmの円	直径50mmの円
レーザービーム	1kw連続	ピーク値1kw, デューティ28% 100Hzのパルス状	1kw連続

シストガスの酸素と化合して水を生成するから水そのものを用いたときと同様の悪影響を光学系その他に及ぼす。アルゴン、ヘリウム、チツ素はいずれも上記各材料よりも好適であるが、これらのうちアルゴン、ヘリウムは高価であり、またヘリウムは沸点が3°K前後と極めて低いために取扱いに不便である。上記から本発明に用いる液体としては、液体チツ素が最も適していることになるが液体アルゴン、液体ヘリウムまたは多少の効率低下は発生するものの液体酸素や液化炭酸ガスも利用できる。炭は常温で気化するガスを液化したもので高温の被切断物に接触したときに有害な生成物が発生しないものであればよい。

つぎに冷却用液体の供給方法としては、冷却効果を向上させるために被切断材に直接接触させ、かつ接触した液体^{ふよみ}炭酸ガスが滞留しないように流動状態とすることが必要である。したがって液体吐出ノズルから切断部近傍に流すか、滴下させる方法あるいは霧状に吹きつける方法等がよい。

また先の実験の通り、切断面は裏側(レーザー

表1のつづき

	従来方法(1)	従来方法(2)	本発明の方法
アシストガス	酸素 (圧力3.0kg/cm ²)	酸素 (圧力3.0kg/cm ²)	酸素 (圧力3.0kg/cm ²)
冷 却	なし	なし	液体チツ素を 0.1ℓ/min滴下
切断面の状況	約1/3周より後は激しく燃焼状態となり切断面が大きく凹凸状となる	平滑度良好	平滑度良好
切断溝の直角度	ビーム照射の裏側が大きく広がる	良 好	良 好
ドロス	附着量多く、かつグラインダーでないと除去できない	附着量が少なくまた軽い衝撃で除去できる	附着量が少なく切断後はほとんど自然に脱落した
総合結果	不 良	良	良

上記表の通り、本発明の方法によるときは従来方法(2)の1.2倍の速度で同程度の^{以上の品質}良好な切断が可能であつた。

第1図は、他の板厚についても同様の実験(直径50mmの円切断)を行つた結果を示す線図であり、第2図と同様に縦軸に切断速度を、横軸に板

厚をとつて良好な切断の可能な速度の曲線を示してある。同図に示した通り従来方法における直線切断とはほぼ同程度の速度で、しかも5mm以上の厚板においても良好な切断面が得られている。

また実験はこの他にレーザービーム出力を1.4kwのものについても行つたところ大略切断速度を1.4～1.5倍にすることができたので大出力のレーザービームを用いるときにはさらに効果的であることが判つた。

なお冷却用液化ガスの供給方法は、上記実施例のようにレーザービームと向心円状に滴下する以外に、切断線に沿う方向であればよいのでレーザービームヘッドの移動方向が限定される装置においては、ヘッドの進行方向の前後または前、後のいずれか一方のみでもよい。

実験で使用した液体チツ素は沸点が約77°K(-196℃)であり、切断部に留まらず直ちに気化する。したがつて冷却効果は極低温の液体による直接冷却と気化時の潜熱によつて極めて強力であり、かつレーザービームの吸収も少なく、また

気化したチツ素ガスは光学系および機構部を全く損傷しないので本発明には理想的な材料といえる。しかし、利用し得る液体としては先にも述べたように常温では気体のガスを液化したものでかつ有害な生成物を発生しないガスであればよい。

また、本発明の対象となる合金鋼は一般のステンレス鋼に限らず耐熱用、低温用などに開発されている合金鋼に適用でき、特にクロム含有鋼に有効である。

〔発明の効果〕

本発明の方法によれば、パルス状ビームを用いることなく連続したビームによつて高速で厚板を切断でき、しかも切断面の荒れがなく、直角度も良好であるうえドロスの附着もほとんどなくなるので極めて高品質の切断が高効率で実施可能となる。また冷却用液化ガスの供給を増加させればより大容量のレーザービームも使用可能になるのでさらに厚い板の切断も可能となる。

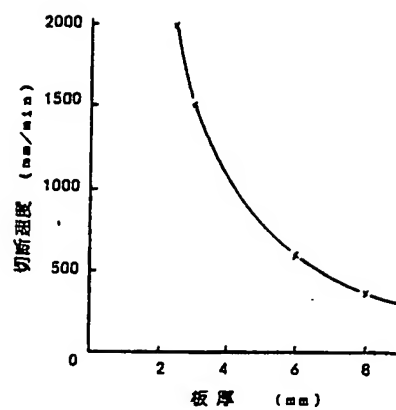
4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の方法によるときの板厚と切

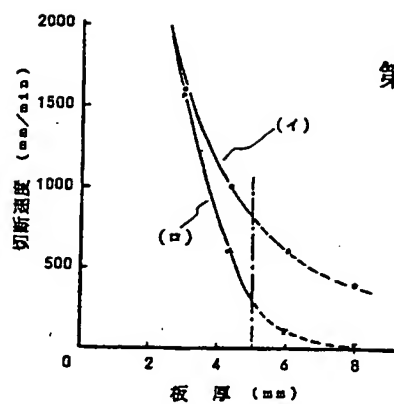
断可能な速度との関係を示す線図、第2図は従来の方法によるときの第1図と同様の関係を示す線図、第3図は第2図の破線部における切断状況を示す断面図である。

代理人 弁理士 中 井 宏

第 1 図



第 2 図



第 3 図

